

**Limnologische Einschätzung des  
Fühlinger Sees in Köln  
aufgrund von Tauchgängen und  
physikalisch-chemischen Untersuchungen im Jahr  
2018  
durch den VASA Köln e.V.**

Köln, 12. Juni 2019

Autor: Ina Jantsch

**VASA Köln e.V. Verband für aquatische Systemanalysen Köln e. V.**

Geschäftsstelle: Stefanstr. 8a, 51145 Köln

---

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>2. AUSGANGSLAGE .....</b>	<b>5</b>
<b>3. UNTERSUCHUNGSMETHODE UND UNTERSUCHUNGSGEBIETE 2018 .....</b>	<b>6</b>
<b>4. ERGEBNISSE DER TAUCHKARTIERUNGEN IM JAHR 2018.....</b>	<b>9</b>
4.1 Makrophytenverbreitung .....	9
4.2. Die Tiefenverbreitung der Makrophyten.....	16
4.3. Physikalisch-chemische Untersuchung .....	17
4.4. Sonstige Beobachtungen.....	27
<b>5. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>28</b>
<b>6. FAZIT UND AUSBLICK.....</b>	<b>30</b>
<b>7. LITERATUR.....</b>	<b>31</b>

---

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Die Teilseen des Fühlinger Sees (blau), Parkplätze (rot) und Strandbad (See 5, grüne Fläche) Geobasisdaten: Landesvermessungsamt NRW, mit Genehmigung des Amtes für Liegenschaften, Vermessung und Kataster der Stadt Köln vom 17.06.2003, AGB-Nr.:3533/2003.....	4
Abb. 2:	Untersuchungsgebiete und -termine.....	8
Abb. 3:	Verbreitung der Armelechteralgen in den Untersuchungsgebieten.....	9
Abb. 4:	Verbreitung des Nadelkrauts in den Untersuchungsgebieten .....	10
Abb. 5:	Verbreitung des Rauhen Hornblatts in den Untersuchungsgebieten.....	11
Abb. 6:	Verbreitung des Kammlaichkrautes in den Untersuchungsgebieten.....	12
Abb. 7:	Verbreitung des Durchwachsenen Laichkrautes in den Untersuchungsgebieten....	13
Abb. 8:	Verbreitung des Glänzenden Laichkrautes in den Untersuchungsgebieten .....	14

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Liste der gemessenen Parameter und Messverfahren .....	7
Tab. 2:	Im Fühlinger See nachgewiesene Makrophyten .....	15
Tab. 3:	Beziehung zwischen Trophie und Makrophyten-Tiefengrenzen (nach Hoesch & Buhle 1996 in Pott & Remy 2000) .....	16

## 1. Einleitung

Das Gebiet um den Fühlinger See besteht aus einer Vielzahl von miteinander verbundenen Seen. Durch den VASA Köln e.V. werden jährlich verschiedene Teilseen auf die ökologischen Verhältnisse untersucht und eine Einschätzung der gewässerökologischen Entwicklung im Vergleich zu den letzten Jahren gegeben. Veränderungen im Pflanzenbestand und der Populationsdichten können wertvolle Hinweise auf eine potenzielle Veränderung des Gewässerzustandes geben.

2018 wurden im Rahmen der Tauchkartierungen die Wasserpflanzenbestände sowie die physikalisch-chemischen Parameter in den Teilseen 1, 4, 5, 6, 7 und die Regattastrecke kartiert.



Abb. 1: Die Teilseen des Fühlinger Sees (blau), Parkplätze (rot) und Strandbad (See 5, grüne Fläche) Geobasisdaten: Landesvermessungsamt NRW, mit Genehmigung des Amtes für Liegenschaften, Vermessung und Kataster der Stadt Köln vom 17.06.2003, AGB-Nr.:3533/2003

## 2. Ausgangslage

Der Fühlinger See, im Norden Kölns, als Naherholungsgebiet ist einer Vielzahl von anthropogenen Nutzungen wie Rudern (Regattabahn), Schwimmen, Tauchen, Angeln und Grillen unterzogen. Darüber hinaus ist das Gebiet Austragungsort einiger regelmäßig wiederkehrender Open-Air-Veranstaltungen wie bspw. des Summer Jam.

Der See entstand nach 1967 durch die Rekultivierung mehrerer Kiesgruben. Als solche besitzt der See keine oberirdischen Zuflüsse und wird nur über das Grundwasser gespeist. Dadurch und die unmittelbare Nähe zum Rhein ist die Wasserspiegellage im See stark von den Schwankungen des Wasserspiegels im Rhein abhängig. Diese Schwankungen können natürlicherweise bis zu zwei Metern groß sein und drücken im Hochwasserfall des Rheins erhöhte Schwebstoffanteile in den Fühlinger See.

Der Sommer in diesem Jahr zeichnete sich durch eine lange Zeit mit z. T. extrem hohen Temperaturen aus. Häufige Abschnitte mit stärkerer Bewölkung, einschließlich Regen und Gewittern entfielen weitestgehend. Diese Bedingungen zeigten sich in den Teilseen durch im Mittelwert stark erhöhte Temperaturen, was das Leben im Fühlinger See beeinflusst haben kann.

### 3. Untersuchungsmethode und Untersuchungsgebiete 2018

Im Jahr 2018 wurden im Rahmen der Tauchkartierungen Uferabschnitte der Regattastrecke sowie die Teilseen 1, 4, 5, 6 und 7 des Fühlinger Sees auf das Vorkommen und die Verbreitung von Wasserpflanzen sowie auf die Nährstoffverhältnisse und physikalisch-chemische Parameter hin untersucht. Zudem wurde das Vorkommen von Fischen und Wirbellosen beobachtet und dokumentiert.

Bei den Kartierungen wurden die zu untersuchenden Gebiete abschnittsweise von Tauchgruppen kartiert und die vorhandenen Pflanzenarten am jeweiligen Standort in ihrer Häufigkeit nach der fünfteiligen Skala von KOHLER (1978) geschätzt. Die Arten, ihr jeweiliger Standort und ihre geschätzte Häufigkeit wurden während des Tauchgangs auf Unterwasserschreibtafeln notiert und nach dem Tauchgang im Raster eines Protokollformulars dokumentiert.

Die Kartierung der Armelechteralge stellte eine Besonderheit in der Methodik dar. Im Unterschied zu anderen Makrophyten sind Armelechteralgen im Allgemeinen nur bei starker Vergrößerung sicher zu unterscheiden und zu bestimmen. Während eines Tauchgangs ist dies nicht durchführbar. Eine nachträgliche genaue Bestimmung lässt hingegen nicht zu, dass eine Lokalisierung zusammen mit der Schätzung der Häufigkeit vorgenommen wird. Daher werden hier alle Armelechterarten gemeinsam betrachtet.

Eine Tauchgruppe bestimmte jeweils die Sichttiefe in den untersuchten Abschnitten und nahm Wasserproben zur Bestimmung der Wasserqualitätsparameter aus unterschiedlichen Tiefen (s. Tab. 1 und Kap. 4.3).

Für die Wasserproben wurden jeweils 6 Proben aus Tiefen von der Oberfläche bis zu einer Tiefe von 0,5 m über Grund entnommen. Dadurch ergaben sich Untersuchungen bis in eine Tiefe von max. ca. 18 m jeweils im Rasterabstand von 2,5 m.

Die Entnahme erfolgte mittels wärmeisolierten Glasflaschen mit zwei gegenüberliegenden Schraubverschlüssen. Die Flaschen wurden an der Oberfläche geflutet, um tiefere Proben nicht mit Luftsauerstoff zu verfälschen. In der beabsichtigten Tiefe wurden dann beide Verschlüsse geöffnet, durch eine mehrmalige horizontale Schwenkbewegung der Flascheninhalt ausgetauscht und die Flasche wieder verschlossen. Die Probennahme erfolgte von oben nach unten. Die untersuchten Parameter wurden mit visuellen, olfaktorischen, elektronischen, refraktometrischen, photometrischen und titrimetrischen Verfahren direkt Vor-Ort bestimmt (Tab. 1). Die Bestimmung mittels photometrischen und titrimetrischen Methoden erfolgte mit Testsätzen von Macherey-Nagel.

Zusätzlich wurde an allen Probenahmestellen die Sichttiefe mithilfe einer Secchischeibe bestimmt. Dabei wurde eine weiße Scheibe an einem Maßband so weit in die Tiefe abgelassen,

in der sie gerade noch sichtbar war. Diese Tiefe wurde am Maßband abgelesen und dokumentiert.

Darüber hinaus wurde an allen Probenahmestellen die Dicke der Schlammschicht mittels einer modifizierten Lawinensonde bestimmt. Dabei wurde eine Gummischeibe (ca. 10 x 10 cm) auf die Sonde aufgesteckt und fungierte während des Einstechens in den Schlamm als Schleppzeiger. Es wurde jeweils nur ein einzelner Wert aufgenommen.

Tab. 1: Liste der gemessenen Parameter und Messverfahren

Parameter	Einheit	Messverfahren
Aussehen der Probe	-	Visuell
Geruch der Probe	-	Olfaktorisch
Wasser-Temperatur	°C	Elektronisch
O <sub>2</sub> -Gehalt	mg/l	Elektronisch
	%	
Leitfähigkeit	µS/cm	Elektronisch
pH-Wert	-	Elektronisch
Dichte	g/ml	Refraktometrisch
Ammonium-Gehalt	mg/l	Photometrisch
Nitrit-Gehalt	mg/l	Photometrisch
Nitrat-Gehalt	mg/l	Photometrisch
Eisen-Gehalt	mg/l	Photometrisch
Phosphor-Gehalt	mg/l	Photometrisch
Sulfid-Gehalt	mg/l	Photometrisch
Gesamthärte	°dH	Titrimetrisch
Carbonathärte	°dH	Titrimetrisch
Sedimentdicke	m	mittels Sonde

Die Untersuchungstermine können Abb. 2 entnommen werden.

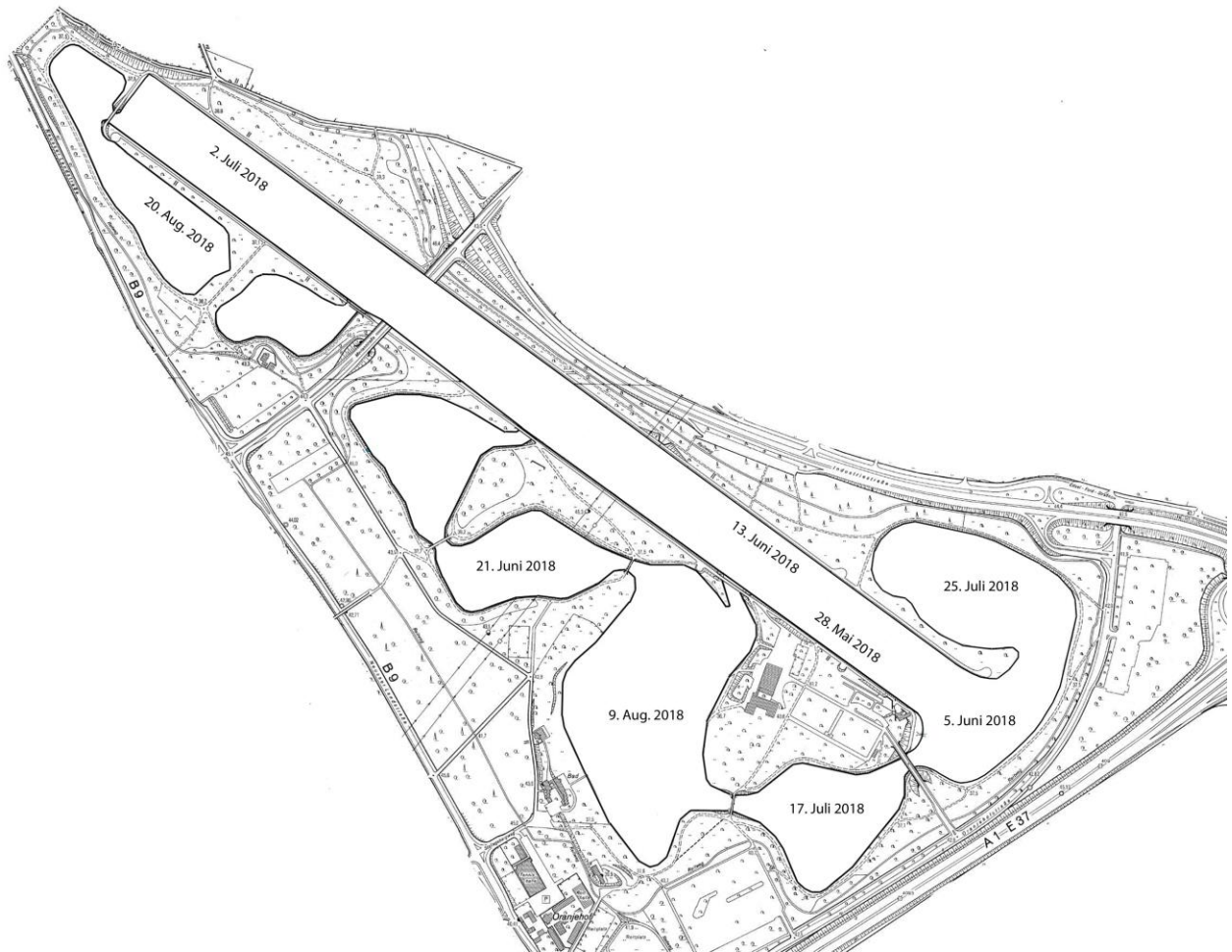


Abb. 2: Untersuchungsgebiete und -termine



## 4. Ergebnisse der Tauchkartierungen im Jahr 2018

### 4.1 Makrophytenverbreitung

Im Jahr 2018 wurden in allen untersuchten Seen, mit Ausnahme See 4, sowie der Regattabahn zum Großteil dichte Bestände der **Armleuchteralge** gefunden. Im Vergleich zum Vorjahr blieben die Bestände in den Seen 5 und 6 konstant. Das Vorkommen der Art erstreckt sich über alle Tiefen. In See 7 ist der Bestand über alle kartierten Tiefenzonen bis in 5-8 m massenhaft an fast allen Uferbereichen zu finden. Die heimische Art kommt somit im gesamten Uferbereich der Seenkette konstant vor.

Armleuchteralgen wachsen am Grund von, in der Regel sehr sauberen, nährstoffarmen, kalkhaltigen Gewässern und sind dort wesentlich an der „biogenen Entkalkung“ beteiligt. Dann sind sie typischerweise mit einer starren Kalkkruste überzogen. Die Armleuchteralgen entziehen bei intensiver Photosynthese dem Wasser anorganische Kohlenstoffverbindungen und es entsteht Calciumcarbonat, welcher als Kalk ausfällt. Durch das sehr harte Wasser im Fühlinger See, teilweise mit einer Carbonathärte von  $> 20$  dH, ist dieser Prozess im See, auch an anderen Makrophyten zu beobachten.

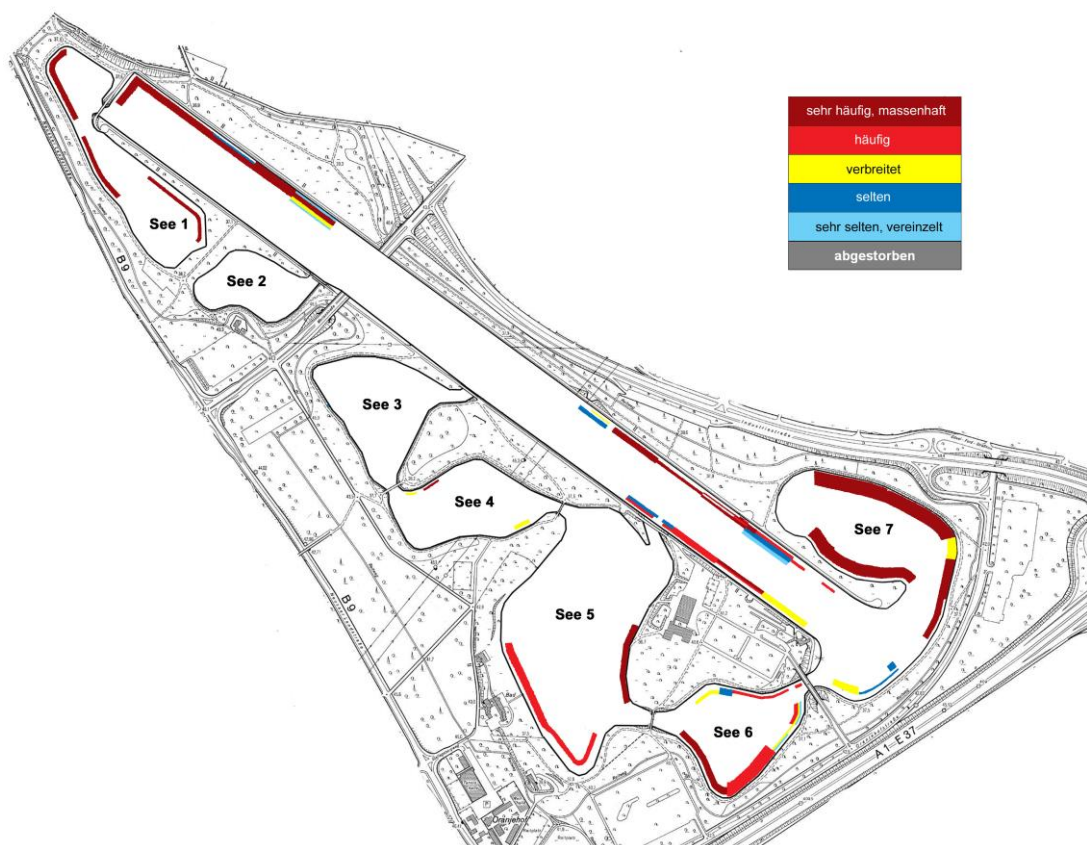


Abb. 3: Verbreitung der Armleuchteralgen in den Untersuchungsgebieten

Wie im Vorjahr wurden 2018 geringere bis gar keine Bestände des Neophyten **Nadelkraut** (*Crassula helmsii*) in den untersuchten Teilseen gefunden. Da die Pflanze heimische Süßwasser-Lebewesen verdrängen kann, wurde sie in Deutschland 2013 auf die Schwarze Liste invasiver Arten (Frühwarnliste) gesetzt, weshalb die Bestandsgröße regelmäßig zu kontrollieren ist.

Lediglich in See 5 im Schwimmbadbereich finden sich Nadelkrautbestände in häufiger Anzahl, was an dem ganzjährigen Nährstoffeintrag und der Umwälzung durch Badende und Hunde liegen kann.

Alle Vorkommen finden sich ufernah und in geringerer Tiefe als bspw. die Armelechtermalge.

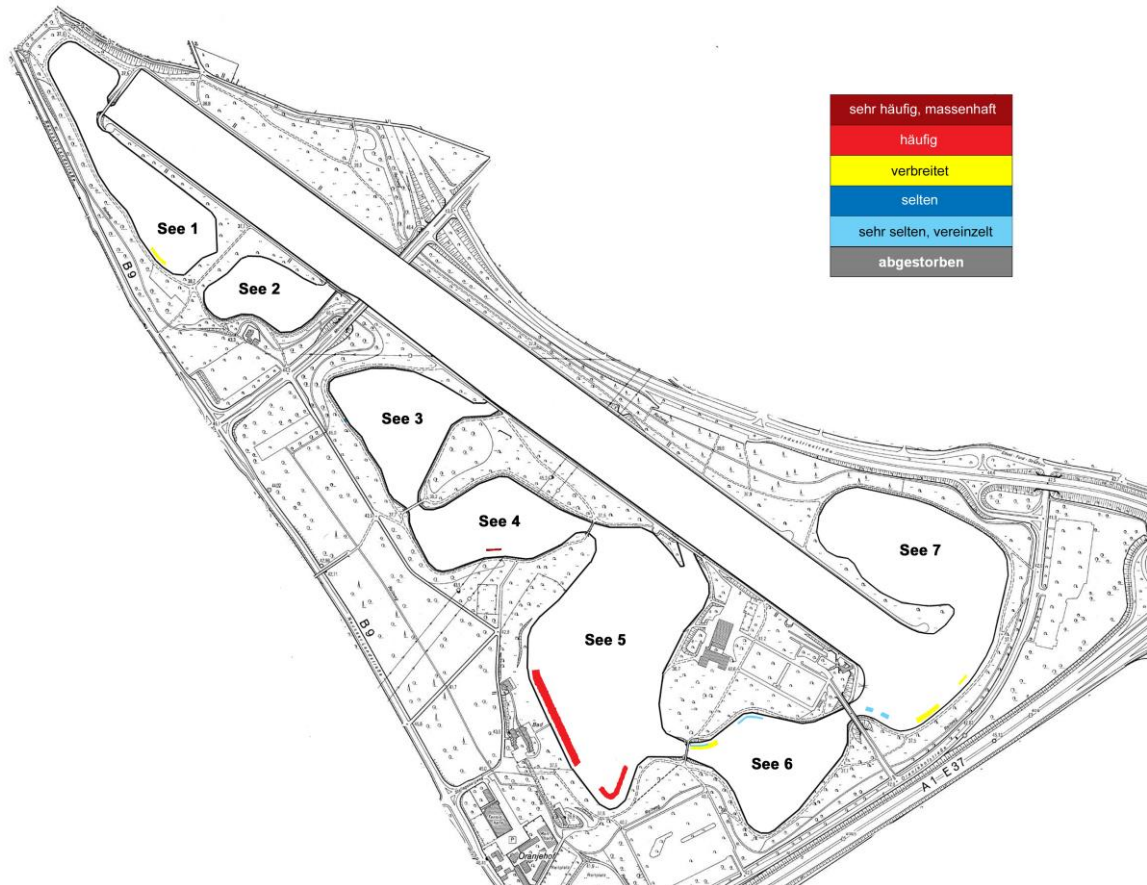


Abb. 4: Verbreitung des Nadelkrauts in den Untersuchungsgebieten

Die eutraphente Art **Raues Hornblatt** (*Ceratophyllum demersum*) wurde im Vergleich zum letzten Jahr deutlich seltener und nur bis in geringe Tiefen (2-3 m) gefunden (Abb. 5). Im Auslauf der Regattabahn tritt die Art auch bis in 4-5 m Tiefe vereinzelt auf.

Die Pflanze wächst meist über humosen Schlammböden in nährstoffreichen, stehenden Gewässern, weshalb das Vorkommen potenziell mit der Schlammdicke korrelieren kann.

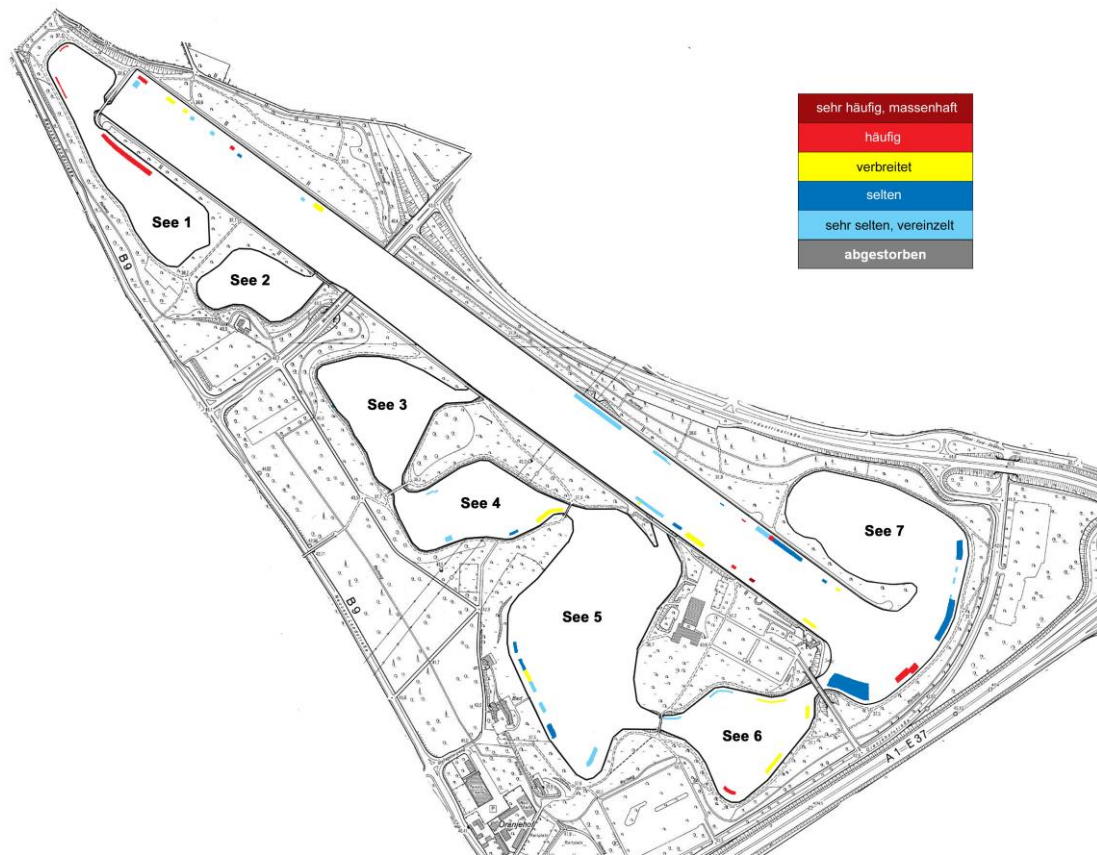


Abb. 5: Verbreitung des Rauhen Hornblatts in den Untersuchungsgebieten

Für das eutraphente **Kammlaichkraut** (*Potamogeton pectinatus*) wurden 2018 ähnliche Dichten und Verbreitungsmuster wie bereits 2017 gefunden (Abb. 6).

Diese ständig submers lebende Wasserpflanze ist ein typischer Bewohner vieler Seen und langsam fließender Gewässer. Sie ist sowohl in oligo- als auch in eutrophen langsam fließenden oder stehenden Gewässern zu finden, aber nicht selten auch in stark verschmutzten Gewässern. Ein besonders verbreiteter Bestand ist in See 1 und 5 am Westufer zu finden. Der Bestand in See 6 scheint jedoch im Vergleich zum letzten Jahr rückläufig zu sein. Diese Entwicklung sollte beobachtet werden.

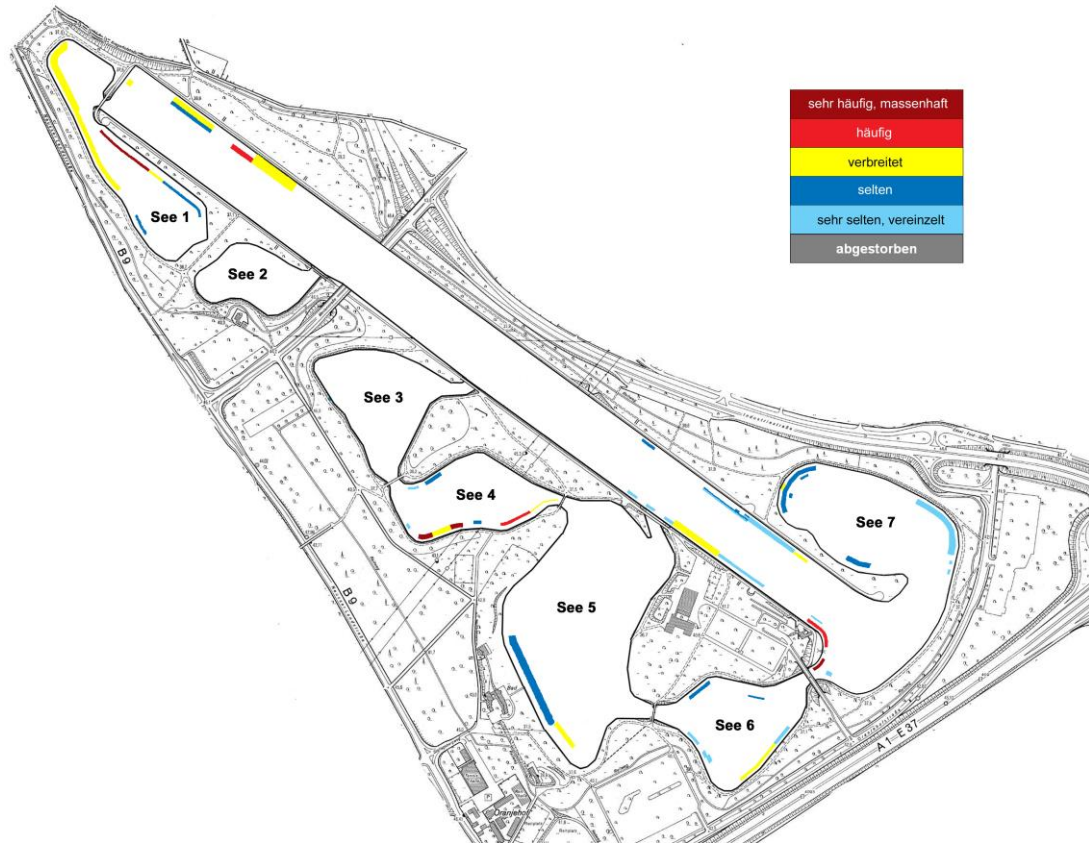


Abb. 6: Verbreitung des Kammlaichkrautes in den Untersuchungsgebieten



Das **Durchwachsene Laichkraut** (*Potamogeton perfoliatus*) wurde im Vergleich zum Vorjahr in höheren Beständen und nicht über die gesamte Uferlänge der Teilseen kartiert. Die Art wurde, abgesehen von vereinzelt dichten Beständen („häufig“), als „verbreitet“ bis „selten“ kartiert (Abb. 7).

Die Art wächst in stehenden und langsam fließenden Gewässern wie Seen, Gräben, Altwässern, Kanälen und Flüssen. Sie bevorzugt basen- und nährstoffreiche Gewässer mit humosem Schlamm-, Mudde- oder Sandboden, wie den Fühlinger See. Einen gewissen Verschmutzungs- und Trübungsgrad des Wassers kann die Pflanze tolerieren, bei übermäßiger Eutrophierung verschwindet sie jedoch.

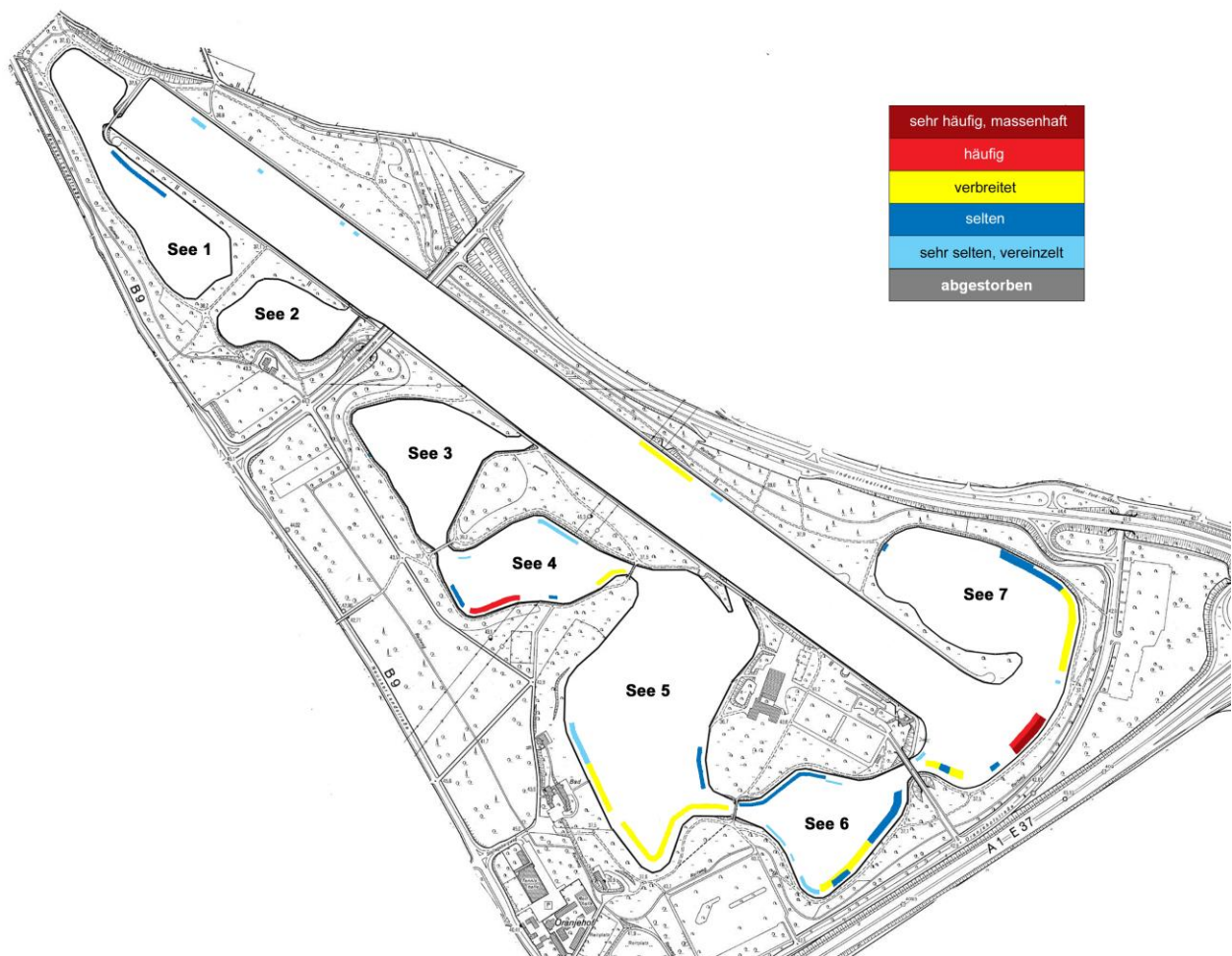


Abb. 7: Verbreitung des Durchwachsenen Laichkrautes in den Untersuchungsgebieten

Das **Glänzende Laichkraut** (*Potamogeton lucens*) wurde in großer Häufigkeit in allen untersuchten Bereichen kartiert (Abb. 8). Der Bestand ist im Vergleich zum letzten Jahr konstant geblieben.

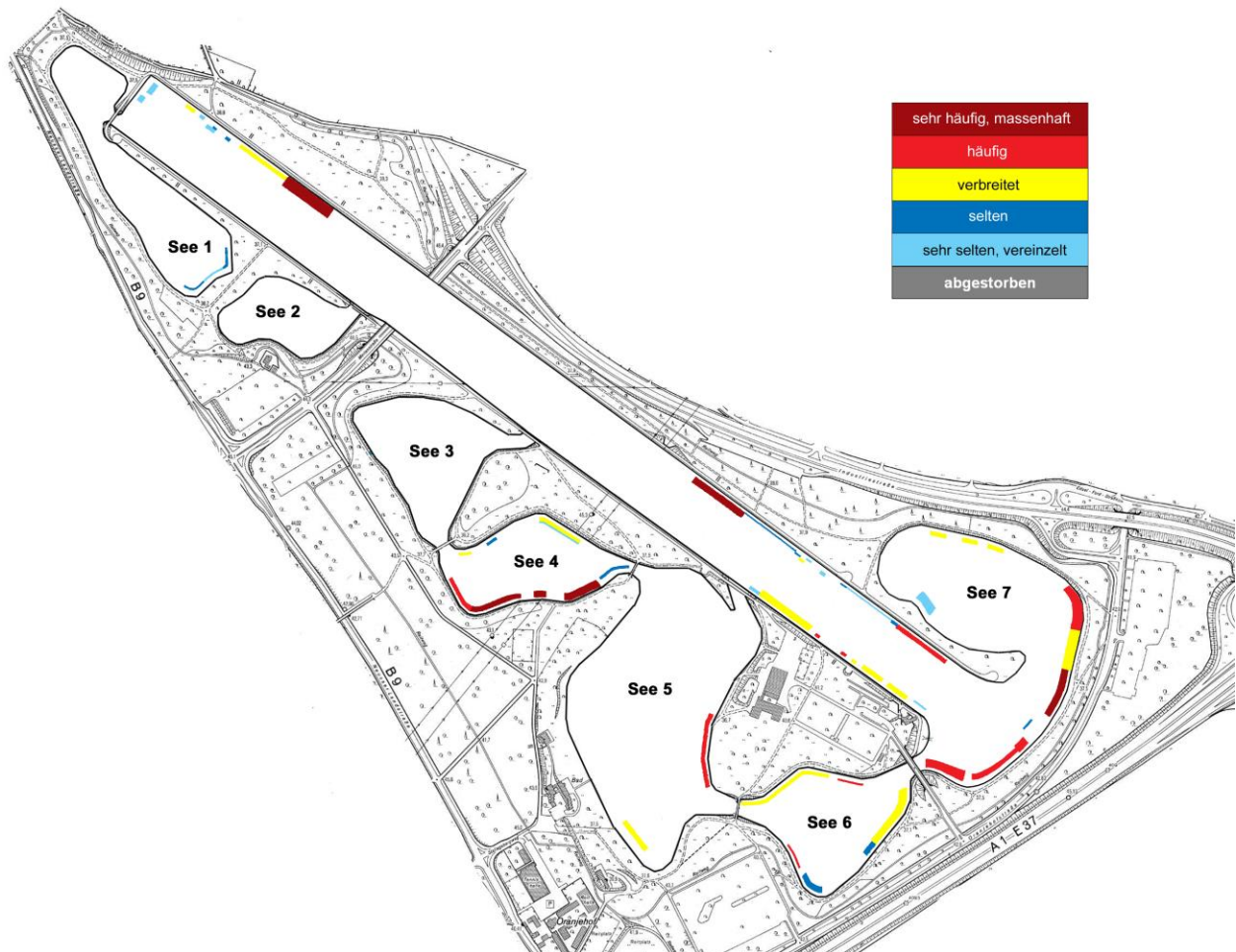


Abb. 8: Verbreitung des Glänzenden Laichkrautes in den Untersuchungsgebieten

Weitere gefundene Pflanzenarten waren der Spreizende Hahnenfuß (*Ranunculus circinatus* als Einzelfund), das Krause Laichkraut (*Potamogeton crispus*), das Schwimmende Laichkraut (*Potamogeton natans* als Einzelfund), das Zwerg-Laichkraut (*Potamogeton pusillus* als Einzelfund), Kanadische Wasserpest (*Elodea canadensis* als Einzelfund), Nuttalls Wasserpest (*Elodea nuttallii*), Wechselblatt-Wasserpest (*Lagarosiphon major* (Ridl.) Moss als Einzelfund), das Pfeilkraut (*Sagittaria* sp. als Einzelfund), Tausendblatt (*Myriophyllum* sp.), Wasserschlauch (*Utricularia* sp.) und Wasserstern (*Callitriche* sp. als Einzelfund).

Insgesamt wurde in den meisten untersuchten Teilseen eine ausgeprägte Pflanzenvielfalt mit einer zunehmenden Tendenz im Vergleich zum Vorjahr festgestellt. Zu beobachten ist, ob sich die Einzelfunde im See etablieren können, da dadurch die Diversität im Fühlinger See gesteigert würde.

Die Vorkommen von insgesamt 20 höheren Pflanzenarten und sechs verschiedenen Armleuchteralgen-Arten konnten bis zum Jahr 2017 für den Fühlinger See dokumentiert werden (Abb. 2).

Tab. 2: Im Fühlinger See nachgewiesene Makrophyten

<b>Wissenschaftlicher Name</b>	<b>Deutscher Name</b>
<i>Ceratophyllum demersum</i>	Rauhes Hornblatt
<i>Crassula helmsii</i>	Nadelkraut
<i>Elodea nuttallii</i>	Wasserpest
<i>Elodea canadensis</i>	Nuttalls Wasserpest, ca. 90%
<i>Lagarosiphon major</i> (Ridl.) Moss	Kanadische Wasserpest, ca. 10%
<i>Hygrophila polysperma</i>	Wechselblatt-Wasserpest (Einzelfund)
<i>Sagittaria sp.</i>	Indischer Wasserfreund
<i>Callitriche sp.</i>	Pfeilkraut
<i>Zannichellia palustris</i>	Wasserstern
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Teichfaden
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Ähriges Tausendblatt
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	Fadenförmige Laichkräuter
<i>Potamogeton pusillus</i>	Kamm-Laichkraut, ca. 90%
<i>Potamogeton crispus</i>	Kleines Laichkraut, ca. 5%
<i>Potamogeton lucens</i>	Zwerg-Laichkraut, ca. 5%
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Krauses Laichkraut
<i>Potamogeton x nitens</i> WEBER	Glänzendes Laichkraut
<i>Ranunculus circinatus</i>	Durchwachsenes Laichkraut
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	Schimmerndes Laichkraut
<i>Lysimachia nummularia</i>	Spreizender Hahnenfuß
<i>Urticularia sp.</i>	Haarblättriger Hahnenfuß
<i>Nitellopsis obtusa</i>	Pfennig-Gilbweiderich
<i>Nitella opaca</i>	Wasserschlauch
<i>Nitella mucronata</i>	Armleuchteralgen
<i>Chara contraria</i>	Stern-Armleuchteralge
<i>Chara vulgaris</i>	Dunkle Glanzleuchteralge
<i>Nitella flexilis</i>	Stachelspitzige Glanzleuchteralge
	Gegensätzliche Armleuchteralge
	Gemeine Armleuchteralge
	Biegsame Armleuchteralge
<i>Phragmites australis</i>	Pflanzen der Uferzone
	Schilfrohr

## 4.2. Die Tiefenverbreitung der Makrophyten

In vielen nährstoffbelasteten Seen ist der durch Planktonalgen verursachte Lichtmangel der limitierende Faktor für die Tiefenverbreitung submerser Makrophyten. Fehlen andere, den Lichteinfall hemmende Faktoren wie Huminsäuren, aufgewühltes Feinsediment oder die Beschattung durch Bäume, können die festgestellten Maximaltiefen Rückschlüsse auf den Belastungszustand des Gewässers geben (s. Tab. 3).

Tab. 3: Beziehung zwischen Trophie und Makrophyten-Tiefengrenzen  
(nach Hoesch & Buhle 1996 in Pott & Remy 2000)

	<b>oligotroph</b>	<b>mesotroph</b>	<b>eutroph</b>	<b>polytroph</b>	<b>hypertroph</b>
mittl. Tiefe (m)	> 9,0	>3,6	>0,6	<0,6	0,0
max. Tiefe (m)	>12,0	>5,3	>1,3	<1,3	0,0

Die Vorkommen von Makrophyten (außer Armelechteralgen) reichten im Jahr 2018 meist bis in ca. 5 m Tiefe, der Armelechteralgen bis in ca. 8 m Tiefe.

Damit sind alle untersuchten Teilseen des Fühlinger Sees in eine Trophiestufe einzuordnen, die als mesotroph bezeichnet werden kann, auch wenn noch Unterschiede zwischen den einzelnen Teilseen erkennbar sind.

Diese hat sich in den letzten Jahren nicht nachteilig verändert, sodass der See insgesamt als stabil eingestuft werden kann.



### 4.3. Physikalisch-chemische Untersuchung

Im **Zielbereich der Regattastrecke (Westufer)** wurde eine Sichttiefe von 8,6 m bestimmt. Der Bereich zeigt bis in die Tiefe hohe Sauerstoffwerte, welche bedingt durch eine hohe Nährstoffkonzentration (Nitrat, Phosphat) aufgrund einer hohen Biomasseproduktion entsteht. Die durch die Remineralisierung rückgelösten Nährstoffe werden aufgrund des starken Lichteinfalles unmittelbar wieder zu Biomasse umgesetzt, weshalb die Sauerstoffzehrung hier nicht zum Tragen kommt.

**Untersuchungsdatum: 28.05.2018**

<b>Gewässer</b>	<b>Regattastrecke Ziel West</b>	Luft-Temperatur (°C)	26
Ort der Probenahme	<b>Laterne 15</b>	Wolken	leicht
Sichttiefe (m)	<b>8,6</b>	Niederschläge	leicht
Uhrzeit	20:00	Wind	wechselnd
Sedimentdicke (m)	0,49	Windrichtung	

<b>Wassertiefe</b>		<b>0,1</b>	<b>2,5</b>	<b>5</b>	<b>7,5</b>	<b>10</b>	12,6
							<b>0,5 &gt; Grund</b>
	<b>Einheit</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
Aussehen der Probe	-	klar	klar	klar	klar	klar	leicht trüb
Geruch der Probe	-	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig
Wasser-Temperatur	°C	20,5	19,8	16,8	13,7	12,5	12,9
O <sub>2</sub> -Gehalt	mg/l	11,43	11,76	19,46	22,10	19,60	18,90
	%	126,6	128,8	200,0	212,0	183,0	178,6
Leitfähigkeit	µS/cm	699	736	746	744	755	766
pH-Wert	-	8,40	8,30	8,00	8,05	8,07	8,02
Dichte	g/ml	1,000	1,000	1,000	1,001	1,001	1,001
Ammonium-Gehalt	mg/l	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrit-Gehalt	mg/l	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03
Nitrat-Gehalt	mg/l	4,6	5,1	4,8	6,5	4,9	<4,0
Eisen-Gehalt	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,1	<0,04
Phosphat-Gehalt	mg/l	2,0	1,5	1,4	1,1	1,9	1,9
Sulfid-Gehalt	mg/l	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Gesamthärte	°dH	16,0	15,0	20,0	18,0	18,0	17,0
Carbonathärte	°dH	13,0	12,0	12,0	12,0	13,0	13,0

Im **Auslauf der Regattastrecke** wurde eine Sichttiefe von 8,5 m und Sauerstoffgehalt von bis zu 16,36 mg/l bestimmt, welche vermutlich durch diverse Bestände von Makrophyten erzeugt wird (vgl. Kap. 4.1). Unterhalb einer Tiefe von 10 m herrschen anaerobe Verhältnisse, weshalb hier nur noch anaerober mikrobieller Abbau stattfinden kann. Die Höhe der Faulschlammdicke (1,1 m) sowie die geringen Konzentrationen vom Nitrat und Phosphat, welche bei der aeroben Remineralisierung im Wasser ansteigen würden, bestätigt die Vermutung. Ab einer Tiefe von > 10 m sind die Sulfit-Werte, wie sie bei Gärungsprozessen entstehen, erhöht. Bis zu der Sprungschicht auf ca. 7,5 m findet durch den starken Lichteinfall und das hohe Nährstoffangebot (Nitrat und Phosphat) der Aufbau von Biomasse statt, was Sauerstoff produziert. Anaerob wird der Stickstoff in einer Tiefe von 12,6 m (0,5 > Grund) nicht mehr zu Nitrat oxidiert, sondern zu Ammonium vergärt.

**Untersuchungsdatum: 05.06.2018**

<b>Gewässer</b>	<b>Regattastrecke Auslauf</b>	Luft-Temperatur (°C)	25,4
Ort der Probenahme		Wolken	keine
Sichttiefe (m)	<b>8,5</b>	Niederschläge	keine
Uhrzeit	20:00	Wind	schwach
Sedimentdicke (m)	1,1	Windrichtung	

<b>Wassertiefe</b>		<b>0,1</b>	<b>2,5</b>	<b>5</b>	<b>7,5</b>	<b>10</b>	<b>12,6</b>
							<b>0,5 &gt; Grund</b>
	<b>Einheit</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
Aussehen der Probe	-	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch der Probe	-	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig
Wasser-Temperatur	°C	21,3	21,2	18,7	15,7	15,4	15,2
O <sub>2</sub> -Gehalt	mg/l	10,73	11,13	17,05	16,36	11,22	0,36
	%	117,6	114,3	172,3	190,0	188,8	3,6
Leitfähigkeit	µS/cm	683	724	762	815	819	1018
pH-Wert	-	8,22	8,22	7,84	7,55	7,57	6,89
Dichte	g/ml	1,000	1,001	1,002	1,002	1,003	1,001
Ammonium-Gehalt	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2
Nitrit-Gehalt	mg/l	0,04	0,04	0,06	0,06	0,06	<0,02
Nitrat-Gehalt	mg/l	<4,0	<4,0	5,6	6,9	5,7	<4,0
Eisen-Gehalt	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,2
Phosphat-Gehalt	mg/l	0,8	1,1	1,2	<0,6	<0,6	<0,6
Sulfid-Gehalt	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	3,80
Gesamthärte	°dH	15,0	15,0	15,0	20,0	21,0	29,0
Carbonathärte	°dH	11,0	12,0	12,0	14,0	14,0	24,0

Im **Zielbereich der Regattastrecke (Ostufer)** produzieren Armleuchteralgen, Kammlaichkraut und Glänzendes Laichkraut bis in eine Tiefe von ca. 7,5 m Sauerstoff (bis 17,85 mg/l). Tiefer kommt es jedoch zu einer plötzlichen Sauerstoffzehrung bis zur Anaerobie mit einer Konzentration von 0,52 mg/l. Durch dieses Defizit werden Rücklösungsprozesse von Phosphat und Eisen über dem Grund in Gang gesetzt, weshalb die Konzentrationen ansteigen. Anaerob wird der Stickstoff in dieser Schicht nicht mehr zu Nitrat oxidiert, sondern zu Ammonium vergärt, weshalb dieser Gehalt ansteigt. Zusammen mit der mächtigen Schlammdicke von 1,17 m deutet das darauf hin, dass dieser Prozess bereits seit längerem über der Gewässersohle stattfindet, was der Vergleich zu den Ergebnissen von letztem Jahr zeigt.

**Untersuchungsdatum: 13.06.2018**

<b>Gewässer</b>	<b>Fühlinger See, Regatta Ziel Ost</b>	Luft-Temperatur (°C)	21,8
Ort der Probenahme		Wolken	wolkenlos
Sichttiefe (m)	<b>7,9</b>	Niederschläge	keine
Uhrzeit	19:15	Wind	leicht
Sedimentdicke (m)	1,17	Windrichtung	

<b>Wassertiefe</b>		<b>0,1</b>	<b>2,5</b>	<b>5</b>	<b>7,5</b>	<b>10</b>	<b>11,3</b>
							<b>0,5 &gt; Grund</b>
	<b>Einheit</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
Aussehen der Probe	-	klar	klar	klar	klar	klar	leicht trüb
Geruch der Probe	-	unauffällig	unauffällig	unauffällig	leicht muffig	leicht muffig	modrig
Wasser-Temperatur	°C	18,7	18,7	17,8	16,1	15,4	14,3
O <sub>2</sub> -Gehalt	mg/l	10,42	12,72	14,24	17,75	0,52	0,61
	%	110,9	111,0	155,4	178,0	173	14,2
Leitfähigkeit	µS/cm	742	674	726	803	800	879
pH-Wert	-	8,40	8,32	8,01	7,64	7,68	7,39
Dichte	g/ml	1,001	1,002	1,002	1,002	1,003	1,003
Ammonium-Gehalt	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,2
Nitrit-Gehalt	mg/l	0,03	0,03	0,04	0,07	0,05	0,02
Nitrat-Gehalt	mg/l	4,6	4,6	4,7	7,3	5,8	<4,0
Eisen-Gehalt	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,16
Phosphat-Gehalt	mg/l	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	1,5
Sulfid-Gehalt	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Gesamthärte	°dH	15,0	15,0	15,0	18,0	19,0	21,0
Carbonathärte	°dH	12,0	11,0	13,0	15,0	15,0	18,0

Im **Startbereich der Regattastrecke** ist die Sichttiefe mit 6,6 m bei einer Wassertiefe von ca. 9 m sehr gut. Licht kann somit bis in die tieferen Wasserschichten durchdringen. Dadurch, und durch die hohen Nitrat- und Phosphatkonzentrationen, wird das Makrophytenwachstum bis in die tiefen Wasserschichten begünstigt. Die Kartierung von häufigen bis sehr häufigen Armelechteralgen-, Kammlaichkraut- und Glänzenden Laichkrautbeständen in diesem Bereich bestätigen das. Die Sauerstoffkonzentrationen steigen daher auch bis in der Tiefenzone stark an und die Tiefenrespiration hat hier einen geringen Einfluss. Remineralisierte Nährstoffe werden sofort durch Makrophyten umgesetzt. Die geringe Schlammdicke von 0,35 m deutet zusammen mit den geringen Nährstoffkonzentrationen auf eine gute mikrobielle Umsetzung im Gewässerabschnitt hin, welche durch die hohen Sauerstoffkonzentrationen ermöglicht werden.

**Untersuchungsdatum: 02.07.2018**

<b>Gewässer</b>	<b>Fühlinger See</b>	Luft-Temperatur (°C)	30,1
Ort der Probenahme	<b>Regatta Start, Laterne 49</b>	Wolken	keine
Sichttiefe (m)	<b>6,6</b>	Niederschläge	keine
Uhrzeit	19:20	Wind	leicht
Sedimentdicke (m)	0,3	Windrichtung	

<b>Wassertiefe</b>		<b>0,1</b>	<b>2,5</b>	<b>5</b>	<b>7,5</b>	<b>8,5</b>	<b>9</b>
							<b>0,5 &gt; Grund</b>
	<b>Einheit</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
Aussehen der Probe	-	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch der Probe	-	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig
Wasser-Temperatur	°C	23,4	22,8	22,1	16,5	15,5	15,5
O <sub>2</sub> -Gehalt	mg/l	11,20	11,27	13,97	20,80	19,50	21,00
	%	131,6	131,4	160,0	231,0	199,6	209,0
Leitfähigkeit	µS/cm	717	733	750	745	754	757
pH-Wert	-	8,30	8,29	8,15	8,07	7,98	7,96
Dichte	g/ml	1,000	1,000	1,000	<1,001	1,001	1,001
Ammonium-Gehalt	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrit-Gehalt	mg/l	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Nitrat-Gehalt	mg/l	4,5	4,1	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0
Eisen-Gehalt	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,1
Phosphat-Gehalt	mg/l	1,5	1,5	2,0	1,7	1,7	1,8
Sulfid-Gehalt	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Gesamthärte	°dH	19,0	18,0	17,0	18,0	18,0	18,0
Carbonathärte	°dH	12,0	11,0	13,0	14,0	13,0	14,0

Der **See 4** zeigt keinerlei Auffälligkeiten bei den physikalisch-chemischen Parametern. Die Sichttiefe ist mit 8,1 m sehr hoch. Die Schlammdicke ist mit 1,25 m jedoch sehr mächtig, was dafürspricht, dass Gärungsprozesse im See und Sauerstoffdefizit stattgefunden haben müssen. Die Messwerte sind jedoch in diesem Jahr unauffällig, was zeigt, dass ein See Schwankungen der Wasserqualität unterliegen kann. Das Makrophytenvorkommen zeigt sich divers (vgl. Kap. 4.1)

**Untersuchungsdatum: 21.06.2018**

<b>Gewässer</b>	<b>Fühlinger See, See 4</b>	Luft-Temperatur (°C)	13,1
Ort der Probenahme	<b>WP</b>	Wolken	leicht schlecht
Sichttiefe (m)	<b>8,1</b>	Niederschläge	keine
Uhrzeit		Wind	böig
Sedimentdicke (m)	1,25	Windrichtung	NW

<b>Wassertiefe</b>		<b>0,1</b>	<b>2,5</b>	<b>5</b>	<b>7,5</b>	<b>10</b>	<b>8,5</b>
							<b>0,5 &gt; Grund</b>
	<b>Einheit</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
Aussehen der Probe	-	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch der Probe	-	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig
Wasser-Temperatur	°C	22,0	21,2	20,3	13,7	12,0	12,6
O <sub>2</sub> -Gehalt	mg/l	10,60	10,97	13,32	23,40	20,30	22,00
	%	120,0	122,1	146,6	223,0	186,0	206,0
Leitfähigkeit	µS/cm	707	708	713	713	721	726
pH-Wert	-	8,26	8,26	8,23	8,23	8,12	8,18
Dichte	g/ml	1,001	1,002	1,002	1,002	1,001	1,001
Ammonium-Gehalt	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrit-Gehalt	mg/l	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05	0,04
Nitrat-Gehalt	mg/l	4,3	< 4	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0
Eisen-Gehalt	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Phosphat-Gehalt	mg/l	<0,6	<0,6	<0,6	0,8	<0,6	<0,6
Sulfid-Gehalt	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Gesamthärte	°dH	15,0	14,0	15,0	15,0	16,0	16,0
Carbonathärte	°dH	13,0	12,0	12,0	17,0	14,0	14,0

Im **See 6** wurde im Bereich der Tiefenbelüftungsanlage (TiBeAn) eine Sichttiefe von 4,4 m bestimmt. Demnach reichen die lichtdurchflutete Schicht und damit die Produktionsschicht von Sauerstoff und Biomasse bis zu einer Tiefe von ca. 7,5 m (Maximum des Sauerstoffgehaltes mit 11,7 mg/l). Unterhalb dieser Marke wurden geringere Sauerstoffwerte bis zu 4,62 mg/l bei 11 m (> 0,5 über Grund) gefunden. In Relation zur gemessenen Sichttiefe sowie der hohen Schlammstärke (0,9 m) und dem hohen Ammonium-, Nitrit-, Nitrat- und Phosphat-Gehalt mit zunehmender Tiefe ist diese Situation, wie bereits im letzten Jahr, plausibel.

Die hohen Nährstoffgehalte werden ohne Sauerstoff anaerob abgebaut, weshalb Faulschlamm entsteht. Durch den geringen Sauerstoffgehalt über dem Grund können Rücklösungsprozesse von Phosphat und Eisen in Gang gesetzt werden, wofür die ansteigenden Konzentrationen sprechen würden.

Wie bereits in den Vorjahren sind die Leitfähigkeitswerte und die Härtewerte in der Tiefe deutlich erhöht im Vergleich zu höheren Wasserschichten. Zusammen mit der höheren Dichte über der Seesohle kann das dafür sprechen, dass das Wasser in dieser Tiefenzone nicht gut durchmischt wird, da es schwerer ist und sich daher die im Wasser befindlichen Ionen in dieser Schicht sammeln und so zu einer höheren Leitfähigkeit beitragen.

Der steigende Nitrit-Gehalt in der Tiefe könnte für eine Störung bei der Nitrifikation sprechen. Dabei wird Ammonium bzw. Ammoniak unter Sauerstoffverbrauch zu Nitrat oxidiert. Das giftige Nitrit entsteht dabei nur als Zwischenprodukt und wird direkt weiter zu Nitrat umgesetzt. Eine steigende Konzentration im Wasser muss daher aus fischtoxischen Gründen beobachtet werden. Generell ist zu beobachten, dass der Prozess des unvollständigen bzw. anaeroben Stoffabbaus bereits ab einer Tiefe von 5 m beginnt, was beobachtet werden muss, da solche Prozesse langfristig zum Umkippen eines Sees führen können. Das Vorkommen von „seltene“ Makrophytenbeständen bis in eine maximale Tiefe von 5 m könnte damit in Zusammenhang stehen, da tiefer keine Produktion von essenziellem Sauerstoff mehr stattfindet und es durch den hohen Nährstoffgehalt fast zu einer lebensfeindlichen Sauerstoffzehrung (s. o.) kommt. Im Vergleich zum letzten Jahr, wo es zu einem totalen Sauerstoffdefizit „Anaerobie“ in Tiefen > 10 m kam, zeigt sich der o.g. Prozess in diesem Jahr jedoch tendenziell verlangsamt.

Untersuchungsdatum: 17.07.2018

Gewässer	Fühlinger See, See 6	Luft-Temperatur (°C)	28,2
Ort der Probenahme	TiBeAn	Wolken	bewölkt
Sichttiefe (m)	4,4	Niederschläge	Nieselregen mit Starkregen
Uhrzeit	19:30	Wind	leicht
Sedimentdicke (m)	0,9	Windrichtung	

Wassertiefe		0,1	2,5	5	7,5	10	11
							0,5 > Grund
	Einheit	m	m	m	m	m	m
Aussehen der Probe	-	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch der Probe	-	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig
Wasser-Temperatur	°C	24,0	23,4	22,0	18,1	17,6	18,2
O <sub>2</sub> -Gehalt	mg/l	10,62	11,40	13,14	11,70	9,23	4,62
	%	160,0	133,0	149,0	125,2	97,1	50,3
Leitfähigkeit	µS/cm	655	707	894	1004	1006	997
pH-Wert	-	8,44	8,32	7,90	7,12	7,18	7,09
Dichte	g/ml	1,000	1,000	1,000	1,001	1,002	1,002
Ammonium-Gehalt	mg/l	<0,1	<0,1	0,1	0,2	0,3	1,1
Nitrit-Gehalt	mg/l	0,02	0,02	0,12	0,40	0,39	0,14
Nitrat-Gehalt	mg/l	7,6	<4	7,3	17,6	15,4	10,1
Eisen-Gehalt	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Phosphat-Gehalt	mg/l	1,2	<0,6	1,8	5,4	5,0	4,6
Sulfid-Gehalt	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Gesamthärte	°dH	15,0	15,0	17,0	24,0	24,0	24,0
Carbonathärte	°dH	11,0	12,0	16,0	24,0	24,0	24,0

Im **See 7** wurden relativ gleichmäßige Temperaturen in der gesamten Wassersäule gemessen. Bis zu einer Tiefe von ca. 7,5 m wird Sauerstoff durch die Makrophyten Armleuchteralge, Kammlaichkraut, Durchwachsenes und Glänzendes Laichkraut produziert (vgl. Kap. 4.1) in ausreichender Menge (bis 17,8 mg/l) produziert. Zusammen mit der maximalen Wassertemperatur von 22,6 °C bei 5 m liegt die Sprungschicht vermutlich zwischen 5 bis 7,5 m. In der Tiefenproben 0,5 > Grund wurde ein Sauerstoffdefizit von 0,83 mg/l gemessen. Zusammen mit dem steigenden Ammonium-, Eisen, Phosphat- und Sulfit-Gehalt ist ein anaerober Stoffabbau unter Schwefelproduktion und Rücklösung von Phosphat über dem Boden in die Wassersäule zu beobachten. Ein Sauerstoffgehalt von < 10% führt dazu, dass Eisen-3 zu Eisen-2 reduziert und dabei das gebundene Phosphat rückgelöst. Da Phosphat in Verbindung mit Stickstoff aus bspw. Ammonium ein essenzieller Pflanzennährstoff ist, führt dieser Prozess quasi zu einer internen „Düngung“ des Gewässers. Die geringe Schlammdicke von 0,25 m zeugt jedoch dafür, dass der Prozess an der Probestelle noch nicht lange in Gang ist.

**Untersuchungsdatum: 25.07.2018**

**Gewässer Fühlinger See, See 7**

Ort der Probenahme

Luft-Temperatur (°C)

Wolken

-

heiter,  
wolkig

Sichttiefe (m)

**5,5**

Niederschläge

Uhrzeit

19:30

Wind

Sedimentdicke (m)

0,25

Windrichtung

<b>Wassertiefe</b>		<b>0,1</b>	<b>2,5</b>	<b>5</b>	<b>7,5</b>	<b>10</b>	<b>12,3</b>
							<b>0,5 &gt; Grund</b>
	<b>Einheit</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
Aussehen der Probe	-	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch der Probe	-	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig
Wasser-Temperatur	°C	23,9	23,0	22,6	20,9	18,2	18,3
O <sub>2</sub> -Gehalt	mg/l	9,80	10,60	13,20	17,80	10,50	0,83
	%	114,0	123,0	154,0	200,0	113,0	9,4
Leitfähigkeit	µS/cm	690	695	731	771	765	815
pH-Wert	-	8,41	8,40	8,23	7,92	7,77	7,41
Dichte	g/ml	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ammonium-Gehalt	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,8
Nitrit-Gehalt	mg/l	0,03	<0,02	0,03	0,03	<0,02	<0,02
Nitrat-Gehalt	mg/l	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0
Eisen-Gehalt	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,2
Phosphat-Gehalt	mg/l	1,2	1,2	1,6	2,4	3,3	5,7
Sulfid-Gehalt	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,25
Gesamthärte	°dH	14,0	17,0	18,0	19,0	19,0	26,0
Carbonathärte	°dH	11,0	11,0	13,0	14,0	15,0	18,0



Im **See 5** wurde eine Sichttiefe von 4,3 m bestimmt. Demnach reichen die lichtdurchflutete Schicht und damit die Produktionsschicht von Sauerstoff und Biomasse bis zu einer Tiefe von 7,5 m (Maximum des Sauerstoffgehaltes mit 15,96 mg/l). Unterhalb dieser Marke wurden sinkende Sauerstoffwerte bis zu 7,34 mg/l gefunden, was auf einen normalen, nicht schädlichen, sauerstoffzehrenden mikrobiellen Abbau hindeutet. Bis zur Sprungschicht ist die Sauerstoffproduktion bedingt durch die sehr hohen Nitrat- und Phosphatgehalte durch den Aufbau von Biomasse hoch. Das zeigen auch die diversen, verbreitet bis massenhaft vorkommenden Makrophytenbestände, insbesondere im Bereich des Schwimmbades bzw. des schwimmbaren Uferbereiches im Westen (vgl. Kap. 4.1). In der Tiefenprobe sind die Konzentrationen der Nährstoffe Ammonium, Nitrat und Phosphat gegenüber der Gewässeroberfläche durch aerobe Remineralisierung erhöht. Die chemischen Vorgänge im See 5 zeigen somit normal mikrobielle Umsetzungsprozesse wie sie in einem mesotroph, anthropogen geprägten See vorkommen können.

**Untersuchungsdatum: 09.08.2018**

<b>Gewässer</b>	<b>Fühlinger See, See 5</b>	Luft-Temperatur (°C)	26,2
Ort der Probenahme	<b>Ponton</b>	Wolken	bewölkt
Sichttiefe (m)	<b>4,3</b>	Niederschläge	keine
Uhrzeit	19:30	Wind	stark
Sedimentdicke (m)	0,4	Windrichtung	

<b>Wassertiefe</b>		<b>0,1</b>	<b>2,5</b>	<b>5</b>	<b>7,5</b>	<b>10</b>	<b>18,5</b>
							<b>0,5 &gt; Grund</b>
	<b>Einheit</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
Aussehen der Probe	-	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch der Probe	-	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig
Wasser-Temperatur	°C	23,8	23,8	22,8	18,0	16,7	14,6
O <sub>2</sub> -Gehalt	mg/l	8,87	9,01	11,92	15,96	10,10	7,34
	%	105,2	107,2	139,4	169,9	103,9	72,6
Leitfähigkeit	µS/cm	686	698	733	792	847	916
pH-Wert	-	8,12	8,12	7,93	7,76	7,40	7,21
Dichte	g/ml	1,000	1,000	1,000	1,001	1,001	1,002
Ammonium-Gehalt	mg/l	<0,1	0,2	<0,1	<0,1	0,2	0,2
Nitrit-Gehalt	mg/l	<0,02	0,03	0,03	0,06	0,06	0,08
Nitrat-Gehalt	mg/l	<4,0	<4,0	5,9	7,1	7,2	9,2
Eisen-Gehalt	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Phosphat-Gehalt	mg/l	2,0	1,8	1,7	2,7	2,4	4,1
Sulfid-Gehalt	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Gesamthärte	°dH	14,0	15,0	16,0	18,0	18,0	18,0
Carbonathärte	°dH	8,0	9,0	13,0	14,0	16,0	18,0

Die Ergebnisse vom letzten Jahr, welche Hinweise auf eine Tiefenanaerobie mit Gärungsprozessen enthielten, zeigen, dass in einem See unterschiedlich beeinträchtigte Bereiche vorkommen können.

Im **See 1** hatte sich zum Untersuchungszeitpunkt eine stabile Sommerschichtung entwickelt. Über der Sprungschicht, welche sich bei ca. 7,5 m befand, wurden normale Sauerstoffgehalte (8-12 mg/l) gemessen. Im Gegensatz dazu wurden in größerer Wassertiefe deutlich geringe Sauerstoffwerte gemessen. Über der Sohle herrschte lebensfeindliche Anaerobie (0,96 mg/l). Oberhalb der Sprungschicht ist die Produktion durch die Makrophyten Armleuchteralgen und Kammlaichkraut (vgl. Kap. 4.1), welche verbreitet bis massenhaft vorkommen größer als die Respiration und unterhalb der Sprungschicht die Respiration größer als die Produktion. Die Nährstoffkonzentrationen sind in diesem See über alle Tiefen sehr gering, was in Zusammenhang mit der Pflanzenkläranlage „Bio-Park“ zwischen den Teilseen 1 und 2 stehen könnte. Die erhöhte Phosphatkonzentration über der Seesohle deutet darauf hin, dass Rücklösungsprozesse aus dem Sediment aufgrund der geringen Sauerstoffkonzentration im Anfangsstadium sind. Bei weiterem Voranschreiten könnte der wichtige Pflanzennährstoff wachstumsfördernd wirken. Ein Hinweis auf diesen Prozess könnte die geringere Sichttiefe von 4,2 m im Vergleich zum letzten Jahr sein. Da die Schlammdicke mit 0,25 m noch sehr geringmächtig und im Vergleich zum letzten Jahr tendenziell verringert ist, dominieren in dem Teilsee noch keine anaeroben Prozesse den mikrobiellen Abbau.

**Untersuchungsdatum: 20.08.2018**

<b>Gewässer</b>	<b>Fühlinger See, See 1</b>	Luft-Temperatur (°C)	22,2
Ort der Probenahme		Wolken	keine
Sichttiefe (m)	<b>4,2</b>	Niederschläge	keine
Uhrzeit	19:30	Wind	
Sedimentdicke (m)	0,25	Windrichtung	

<b>Wassertiefe</b>		<b>0,1</b>	<b>2,5</b>	<b>5</b>	<b>7,5</b>	<b>10</b>	<b>11,4</b>
							<b>0,5 &gt; Grund</b>
	<b>Einheit</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>	<b>m</b>
Aussehen der Probe	-	klar	klar	klar	klar	klar	klar
Geruch der Probe	-	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig
Wasser-Temperatur	°C	21,9	22,8	22,7	19,4	15,8	14,1
O <sub>2</sub> -Gehalt	mg/l	8,82	8,92	8,62	12,06	2,90	0,96
	%	108,0	102,5	99,2	129,7	29,2	9,2
Leitfähigkeit	µS/cm	663	681	690	722	735	783
pH-Wert	-	8,40	8,30	8,16	7,91	7,54	7,18
Dichte	g/ml	1,000	1,000	1,000	1,000	1,001	1,001

Ammonium-Gehalt	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Nitrit-Gehalt	mg/l	0,03	0,03	0,03	<0,02	<0,02	<0,02
Nitrat-Gehalt	mg/l	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0
Eisen-Gehalt	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,2	0,2
Phosphat-Gehalt	mg/l	<0,6	0,7	1,3	<0,6	1,8	4,2
Sulfid-Gehalt	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,20	0,56
Gesamthärte	°dH	14,0	15,0	14,0	18,0	18,0	18,0
Carbonathärte	°dH	9,0	9,0	9,0	11,0	13,0	17,0

Die sehr hohe Wasserhärte im gesamten Fühlinger See spricht für eine hohe Calcium- und Magnesiumkonzentration, welche im Rheineinzugsgebiet jedoch geogen bedingt (Kalk-, Gips- oder Dolomitschichten im Boden) durch natürliche Mineralisierung im Grundwasser sehr hoch ist. Der Fühlinger See wird größtenteils durch Grundwasser gespeist, welches abhängig vom Rheinpegel mehr oder weniger stark in den See gedrückt wird.

#### 4.4. Sonstige Beobachtungen

In allen untersuchten Teilseen wurden Flussbarsche (*Perca fluviatilis*), Karpfen (*Cyprinus carpio*), Sonnenbarsche (Familie der Centrarchidae) und Hechte (*Esox lucius*) sowie Einzeltiere des Aal (*Anguilla anguilla*) überwiegend in einer Größe zwischen 5 und 50 cm gesichtet. Größere Hechte wurden in den einzelnen Teilseen ebenfalls vereinzelt beobachtet. Welse, die ebenfalls im Fühlinger See leben, konnten bei der Kartierung in diesem Jahr nicht aufgenommen werden.

Zusätzlich wurden in allen Seen zahlreiche Jungfische gesichtet, sodass von einer guten Populationsentwicklung ausgegangen werden kann. Die in 2014 erstmals gesichteten Schwarzmundgrundeln (*Gobius melanostomus*) in einer Größe von bis zu 20 cm wurden in allen Untersuchungsgebieten verbreitet angetroffen. Diese Art scheint sich im Seensystem des Fühlinger Sees etabliert zu haben.

Edelkrebse (tot und lebend) wurden selten, aber in allen See vorkommend, gesichtet. Einzelfunde des invasiven Amerikanischen Flußkrebsses wurden im Auslauf der Regattastrecke gefunden. Teichmuscheln (*Anodonta cygnea*), Körbchenmuscheln (Corbiculidae) und Dreikantmuscheln (*Dreissena polymorpha*) wurden in allen untersuchten Gebieten in geringer Häufigkeit gesichtet. Nicht näher bestimmte Schnecken wurden vereinzelt in den Seen 5, 6, 7 und der Regattabahn gesichtet. Andere Tiere wie Rote Süßwassermilben waren dagegen in allen Teilseen häufig. Darüber hinaus wurden in den Monaten Juli und September häufig Süßwassermedusen (*Craspedacusta sowerbyi*) gesehen. In einigen Tiefenproben wurden hohe Dichten an Daphnien (Wasserflöhe) gefunden, sowie organische Beläge auf der Sohle und weiße Kalkbeläge auf den Pflanzen.

In allen Untersuchungsgebieten wurde Müll gefunden. Dazu gehörten Folien, Töpfe, ein Fahrradrahmen, Flaschen und diverse Kunststoffgegenstände.

## 5. Zusammenfassung

VASA Köln e.V. beobachtet, dokumentiert und bewertet seit 2003 die Unterwasserflora und –fauna des Naherholungsgebietes „Fühlinger See“.

Außerdem untersucht VASA Köln e.V. das Wasser aus verschiedenen Tiefen u. a. auf die physikalisch-chemischen Parameter, um einen Eindruck vom Zustand des Sees sowie dessen Entwicklungstendenz zu erhalten.

In allen untersuchten Teilseen und der Regattabahn wurde eine große Vielfalt von Unterwasserpflanzen in allen Häufigkeitsklassen vorgefunden. Darunter sind sowohl Indikatorpflanzen für stark oder sehr stark belastete Gewässer als auch Indikatorpflanzen für gering oder mäßig belastete Gewässer (bspw. Armleuchteralgen), wessen Population seit einigen Jahren tendenziell ansteigt.

Die chemisch-physikalischen Analysen zeigten überwiegend normale bis gute Sauerstoffverhältnisse (Konzentration und Sättigung) zusammen mit geringen Nährstoffkonzentrationen über der Sprungschicht an. In einigen Seen sind wie in den vorherigen Jahren Tendenzen einer Tiefenanaerobie mit Gärungs- und Rücklösungsprozessen unterhalb der Sprungschicht festzustellen. Besonders See 6, welcher eigentlich zu diesem Zweck eine Tiefenbelüftungsanlage installiert bekommen hat, zeigt am deutlichsten diese Entwicklung. Im Allgemeinen ist ebenfalls zu beobachten, dass die Nährstoffkonzentrationen (Nitrat und Phosphat) in dem See hoch sind. Aufgrund des guten Makrophytenwachstums liegt der See allerdings noch im mesotrophen Bereich und zeigt grundsätzliche intakte aerobe Umsetzungsprozesse.

Die Verschlammung sowie die tendenziell geringer werdenden Lichtverhältnisse zeichnen eine zunehmende Homogenisierung der Habitatbedingungen und hohe Algenproduktion in der Wassersäule im gesamten See auf. Grundlebende Bewohner, wie die eigenwanderte Neozoe Schwarzmundgrundel sind daher gegenüber sensiblen Arten mit hohen Standortansprüchen konkurrenzfähig und können diese Fischarten langfristig verdrängen. Die Artzusammensetzung der Fische im Fühlinger See zeigt jedoch mit Aal, Flussbarschen, Brassen, Döbel, Gründling, Hechten, Zander, Welsen, Schleie, Sonnenbarsch, Rotaugen und Rotfeder sowie Karpfen eine diverse Artenvielfalt, wie sie in solchen Seen üblich ist. Ein Besatz ist durch die Nutzung als Angelgewässer jedoch in der Vergangenheit nicht auszuschließen.

Eine immer mächtiger werdende Schlammdicke kann für die benthisch lebenden Invertebraten, welche ebenfalls Nahrungsgrundlage für Fische sind, die Habitatbedingungen verschlechtern, da es die Interstitialräume auf der Sohle, in welchem die Tiefe geschützt leben, zusetzt.

In einigen Tiefenproben wurden dichte Bestände von großen Cladoceren bspw. Daphnien gefunden, welche tagesbedingt eine Vertikalwanderung zum Schutz vor Fressfeinden durchführen. Diese Tiere, welche zum Zooplankton gehören, sind die sogenannten „Rasenmäher“ von Stillgewässern, da sie das Wasser durch Filtration von Algenpartikeln klar

halten. Entwickeln sich jedoch statt Grünalgen zu viele zentrische Kieselalgen, welche oft Überzüge und Matten am Gewässergrund ausbilden, werden diese auf Grund ihrer „Sperrigkeit“ kaum oder nur langsam gefressen, wodurch das Wasser länger trüb bleibt.

## 6. Fazit und Ausblick

Auf der Basis der chemisch-physikalischen Analysen zusammen mit den Ergebnissen der Pflanzenkartierungen und Tierbeobachtungen zeigen alle untersuchten Teilseen und die Regattastrecke ein ausgewogenes Bild, welches grundsätzlich auf einen stabilen Zustand des Fühlinger Sees hinweist. Das hohe Vorkommen von Indikatorarten für nährstoffarme Gewässer und die Biodiversität deutet darauf hin, dass der ökologische Zustand des Gesamtsees einschließlich der Teilseen zufriedenstellend ist.

Die Tiefenanaerobie sowie die teilweise mächtige Schlammproduktion durch Gärungsprozesse sollte beobachtet und der hohe Nährstoffgehalt im Fühlinger See minimiert werden. Der Rückgang eutraphenter Makrophyten-Arten wie bspw. des Rauhen Hornblatt können jedoch ein Hinweis auf eine positive Entwicklungstendenz im See sein.

Die Schwarzmundgrundel wurde für 2018 wieder bestätigt. Die Population scheint sich nach Beobachtungen im See zu vergrößern und mittlerweile vollständig etabliert zu sein. Aufgrund ihrer euryöken Lebensweise, der hohen Konkurrenzfähigkeit sowie der fehlenden Fressfeinde sollte die weitere Entwicklung der Art sowie die Auswirkungen auf die heimische Fischpopulation daher weiter beobachtet werden.

Um die weitere Entwicklung – Stabilisierung bzw. Veränderung – einschätzen zu können, sollten die Beobachtungen mithilfe chemisch-physikalischer Untersuchungen in Kombination mit Kartierungen untergetauchter Wasserpflanzen und der Beobachtung von Klein- und Wirbeltieren weitergeführt werden. Die Messung der Schlammdicke, welche in diesem Jahr erstmalig eingesetzt wurde, liefert gute Hinweise zur Höhe anaerober Umsetzungsprozessen in den Teilseen und deren Entwicklung, welche ebenfalls weitergeführt werden sollte.

## 7. Literatur

- HEERING, K. (1999): Die Untersuchung und Bewertung von Fischgewässern mit *visicolor*. Macherey-Nagel im Eigenverlag, Düren, 1999
- HÜTTER, L. (1988): Wasser und Wasseruntersuchung. Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt, 1988
- HUMBERG, B. (1993): Unterwasserführer Europäische Binnengewässer. Verlag Stephanie Naglschmid Stuttgart, 1994
- LAMPERT, W. et al. (1992): Limnoökologie. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1993
- LUDWIG, H. (1993): Tiere in Bach, Fluß, Tümpel, See. BLV Verlagsgesellschaft, München, 1993
- ROTHMALER, W. (1999): Exkursionsflora von Deutschland, Bd. 3: Gefäßpflanzen: Atlasband. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 2000
- WEYER, K. et al.(2011): Fachbeiträge des LGUV Heft 119. Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armleuchteralgen und Moose) in Deutschland. Band 1: Bestimmungsschlüssel. Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Land Brandenburg, 2011
- WEYER, K. et al.(2011): Fachbeiträge des LGUV Heft 120. Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armleuchteralgen und Moose) in Deutschland. Band 2: Abbildungen. Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Land Brandenburg, 2011

## **Danksagung**

Ein herzlicher Dank gebührt den Taucherinnen und Tauchern der VASA-Mitgliedsvereine für ihre Begeisterung und tatkräftige Unterstützung bei den Kartierungen. Ohne ihre Mitwirkung wären ehrenamtliche Projekte dieses Ausmaßes nicht möglich!

Ausdrücklicher Dank gilt auch dem Sportamt der Stadt Köln, das die Aktivitäten von VASA Köln e.V. am Fühlinger See genehmigt und wo immer möglich intensiv fördert.